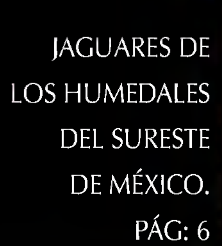
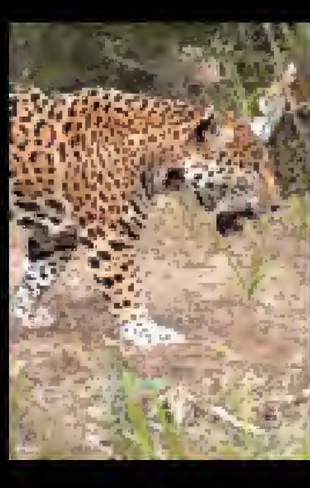
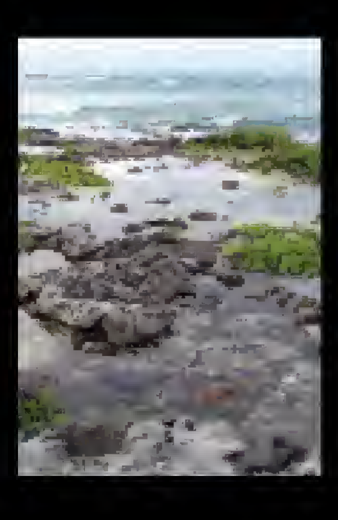




JAGUARES DE LOS HUMEDALES DEL SURESTE DE MÉXICO.
PÁG: 6



POZAS DE MAREA: UN HÁBITAT EXTREMO EN UN AMBIENTE EXTREMO.
PÁG: 12



NÚM. 104 SEPTIEMBRE-OCTUBRE DE 2012 ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

TÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

LOS COPÉPODOS PARÁSITOS

En algunos sectores de la sociedad los parásitos son vistos con cierto desdén o desagrado. Si bien estos organismos son causantes de enfermedades y pérdidas económicas, su función es valiosa, ya que regulan la abundancia de los animales de vida libre y, además, brindan estabilidad a la red alimentaria dentro de los ecosistemas. Estas características han despertado un interés cada vez más creciente por el conocimiento de su diversidad –que tienen como rasgo principal el vivir asociados a otra especie de organismo u hospedero–, y se han incentivado estudios científicos que investigan la parasitología con el fin de lograr un mejor entendimiento de los fenómenos biológicos y ambientales en diferentes escalas de tiempo y espacio.



LOS COPÉPODOS PARÁSITOS:
componentes importantes de la biodiversidad

F. NEPTALÍ MORALES-SERNA Y GERARDO PÉREZ PONCE DE LEÓN[1]

Portada: Microfotografía electrónica de barrido de *Lernanthropus* sp., copépodo parásito de *Lutjanus peru* de Punta Pérula, Jalisco.

Foto: © Berenit Mendoza Garfias y Aldo Merlo

Arriba: Copépodo parásito, *Phrixocephalus cincinnatus*, infectando el ojo de un pez (*Lepidogobius lepidus*).

Foto: © Danny Tang, Juli Kalman, Greg Deets y RodrigoJohnsson

A pesar de la enorme importancia que tienen los parásitos, su diversidad ha sido subestimada principalmente por *i*) la falta de estudios parasitológicos en muchas especies de hospederos; *ii*) la limitación de los estudios a sólo una parte de la distribución geográfica de las especies hospederas; *iii*) la carencia de técnicas apropiadas, como las moleculares, para resolver problemas taxonómicos, y *iv*) la falta de atención por parte de los investigadores hacia ciertos grupos de parásitos.

Los copépodos son un grupo de crustáceos acuáticos pequeños, con representantes tanto de vida libre como parásitos, que han llegado a colonizar ambientes de cualquier temperatura y salinidad, desde el mar profundo hasta los lagos de montañas altas.[1] Se ha postulado que en este grupo han existido 9 transiciones independientes de formas de vida libre hacia el parasitismo,[2] lo que los ha hecho excelentes indicadores del éxito de la forma de vida parásita en el planeta. En todo el mundo se reconocen cerca de 16 000 especies de copépodos distribuidas en 2 600 géneros, 250 familias y 10 órdenes.[3] Una tercera parte de estas especies, o quizá más, tienen una forma de vida parásita. La cifra no ha sido actualizada, pero hace poco más de una década se reconocían 4 224 especies de copépodos parásitos, un número muy pequeño si se considera que esos registros provienen de menos de 2% de los invertebrados acuáticos y menos de 20% de los peces y que prácticamente cada animal acuático es un hospedero potencial para copépodos.[4]

Los copépodos parásitos son sorprendentes por su alta diversidad, por tener especies con estos hábitos en los principales órdenes de la subclase Copepoda, por su capacidad de vivir en prácticamente cualquier animal acuático (vertebrados e invertebrados), por presentar fenómenos biológicos inusuales y por ser una amenaza para la acuacultura.[4] Sin embargo, en México los copépodos parásitos son un grupo muy poco estudiado y conocido.

En este trabajo se hace una reseña de las características más importantes de este grupo de organismos, de su relevancia y de su conocimiento en México, con el propósito de acercar al público en general al mundo de los copépodos parásitos y quizá motivar a algunos estudiantes a adentrarse en la copepodología y en la descripción de la diversidad de este interesante grupo de organismos que son de gran utilidad en estudios de contaminación acuática, sobreexplotación de recursos acuáticos, desarrollo de la acuacultura y cambio climático.

Morfología

Básicamente el cuerpo de un copépodo consta de un cefalotórax con seis pares de apéndices (anténulas, antenas, mandíbulas, maxílulas, maxilas y maxilípedos), un tronco postcefálico de 10 segmentos (llamados somitas), que tiene seis pares de patas, y un par de ramas caudales. Existen especies de copépodos parásitos que conservan muchas de estas características morfológicas por lo que su reconocimiento

es relativamente sencillo. Sin embargo, también hay muchas especies con cuerpos altamente modificados (carecen de segmentación evidente y han reducido o perdido sus extremidades), las cuales son más complicadas de reconocer. El tamaño corporal de los copépodos parásitos varía de 1 a 5 mm, aunque hay especies que alcanzan 20 mm o más. Los mecanismos de fijación al cuerpo del hospedero cambian de una familia a otra: algunos copépodos tienen estructuras especiales que se incrustan permanentemente en el tejido del hospedero, otros usan sus antenas adaptadas para que funcionen como ganchos, y algunos más han modificado en el curso de la evolución la parte ventral de su cuerpo para que funcione como ventosa.

Ciclo de vida

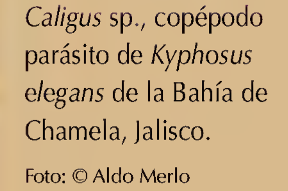
Estos organismos tienen un ciclo de vida complejo. Antes de llegar a ser adultos, los copépodos pueden presentar hasta seis etapas de nauplio (fase larval característica de los crustáceos) y cinco etapas de copepodito (fase juvenil). El número de etapas llega a reducirse en aquellos que son parásitos de peces. Después de la eclosión, los nauplios nadan libremente hasta convertirse en copepoditos, que es cuando ocurre la infección y comienza la vida parasítica. Los copépodos parásitos se clasifican como ectoparásitos (porque viven en la superficie: piel, aletas, branquias, ojos, etcétera, de sus hospederos), con un ciclo de vida directo (se requiere un solo hospedero). No obstante, hay excepciones, casos de endoparasitismo y ciclos de vida que requieren más de un hospedero.

Efectos en el hospedero

Los copépodos parásitos usualmente se alimentan de células epiteliales y fluidos del hospedero. Naturalmente ello causa daños. Cuando la infección es en la piel, el tejido del hospedero se desgasta, produciendo hinchazón. Si el sitio de infección es en las branquias, el hospedero puede sufrir pérdida de su capacidad respiratoria, mientras que aquellos que se alojan en ojos llegan a producir ceguera. Esto provoca que los hospederos alteren su comportamiento, desarrollen enfermedades bacterianas y disminuyan su crecimiento y reproducción.

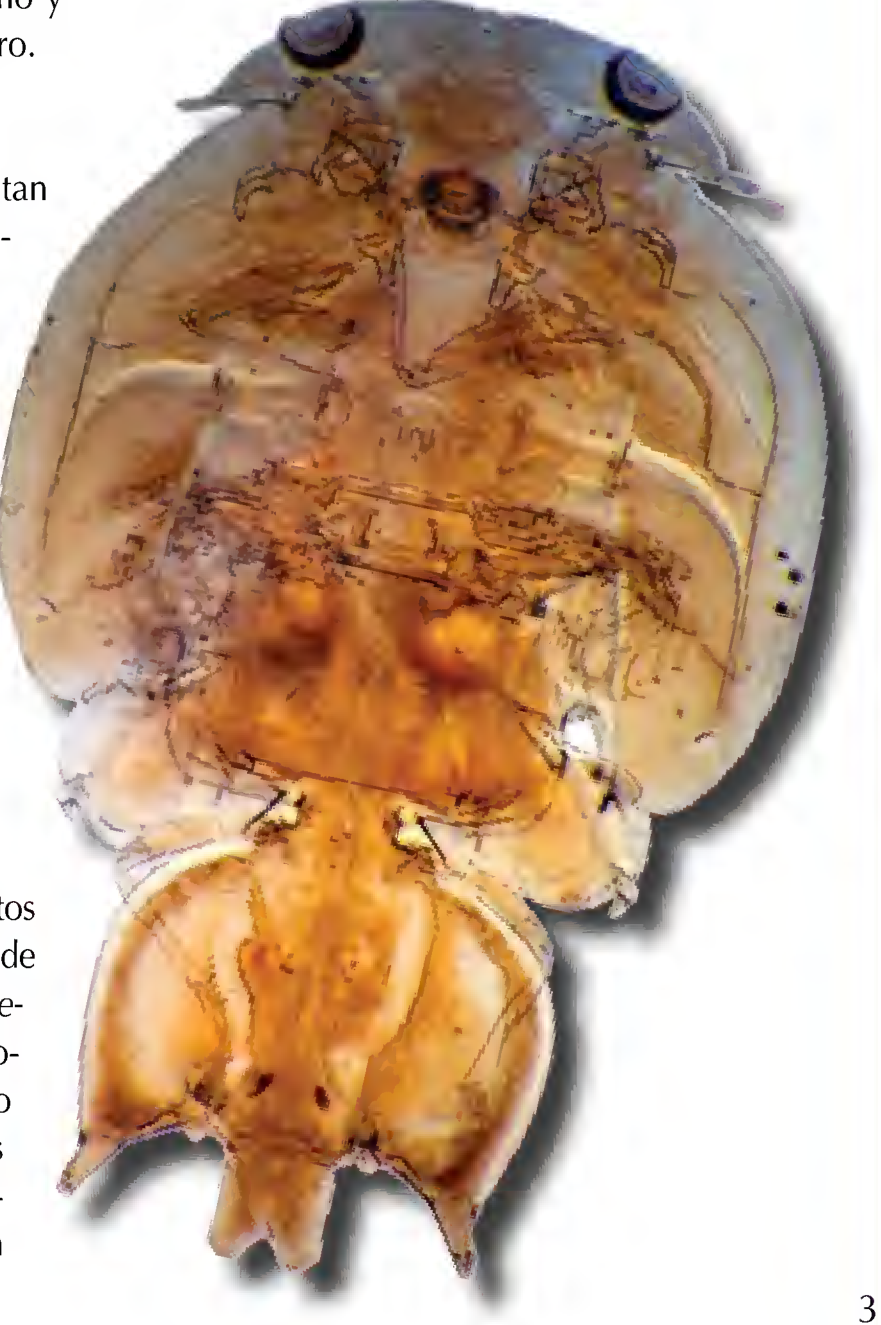
Importancia económica

Son varias las especies de copépodos parásitos que han llegado a causar daños en la industria de la acuacultura.[5] Destacan los géneros *Caligus* y *Lepeophtheirus*, comúnmente conocidos como "piojos del mar", ya que afectan seriamente el cultivo de salmónidos y otros peces en diferentes partes del mundo. Algunos representantes de estos géneros (por ejemplo, *Lepeophtheirus salmonis*) han sido ampliamente estudiados, por lo que se ha logrado disminuir las pérdidas económicas en la industria acuícola; sin embargo, el problema persiste.[6] Ante esta situación resulta conveniente dirigir más la mirada hacia los copépodos parásitos en México, sobre todo si se busca que el cultivo de peces ayude a solventar los problemas que enfrentan las pesquerías. Conocer con anticipación la fauna parásita de sistemas naturales puede facilitar la selección de métodos apropiados de manejo y ser de utilidad en la prevención de enfermedades de los peces. En este contexto, en un estudio que realizamos actualmente en pargos y jureles de la Bahía de Chamela, en Jalisco, hemos detectado la presencia de 11 especies de *Caligus*, que representan un riesgo potencial para la pesquería y la actividad acuícola de esas especies de peces.



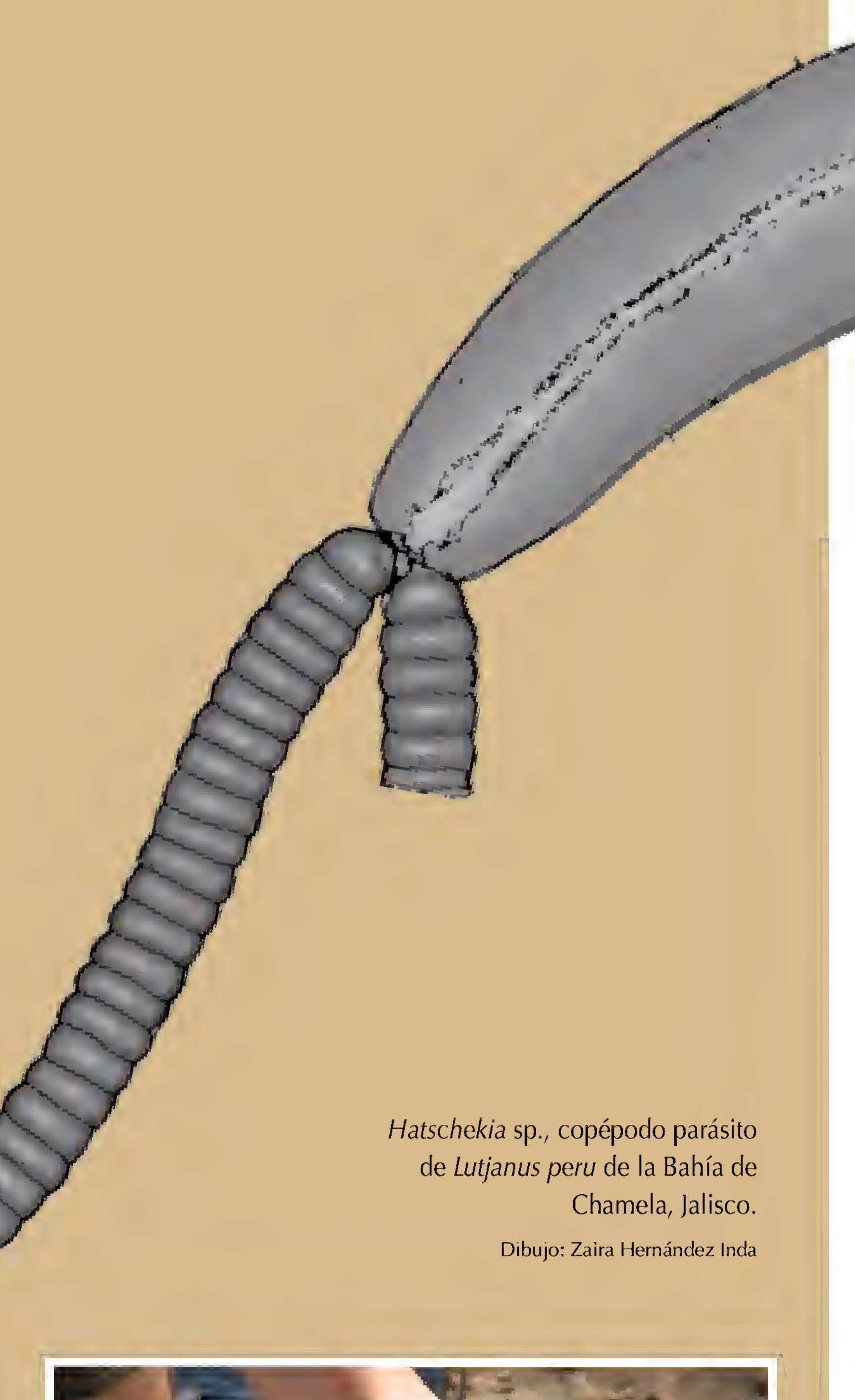
Caligus sp., copépodo parásito de *Kyphosus elegans* de la Bahía de Chamela, Jalisco.

Foto: © Aldo Merlo



Caligus sclerotinosus, copépodo parásito de *Lutjanus peru* de la Bahía de Chamela, Jalisco.

Foto: © Aldo Merlo



Hatschekia sp., copépodo parásito de *Lutjanus peru* de la Bahía de Chamela, Jalisco.

Dibujo: Zaira Hernández Inda

Diversidad de copépodos parásitos en México

El estudio de los copépodos parásitos en México no se ha desarrollado de manera intensiva. Hasta ahora sólo se han registrado 166 especies pertenecientes a 68 géneros y 32 familias.[7] La mayoría (71%) se encuentra en 120 especies de peces. El resto se halló en una especie de manatí, dos especies de tortugas, cuatro especies de moluscos, cuatro especies de cangrejos, dos especies de poliquetos, cuatro especies de ascidias y en muestras de plancton. El género *Caligus* sobresale en número de especies, 20 en total, siendo *Caligus mutabilis* y *Caligus productus* las más frecuentes. Le sigue el género *Monstrilla* con 14 especies conocidas.

Es importante señalar que casi todos los registros son de ambientes marinos o salobres. Sin embargo, se desconoce la diversidad de copépodos que parasitan animales del océano profundo. Quizá el único caso conocido sea el copépodo *Lophoura brevicollum* encontrado en el granadero liso (*Nezumia liolepis*), peces que son capturados a casi 1 000 m de profundidad en las costas de Sinaloa.[8] En agua dulce sólo cuatro especies de copépodos (*Lernaea cyprinacea*, *Ergasilus cerastes*, *Ergasilus versicolor* y *Neoergasilus japonicus*) son conocidas por parasitar peces en México.

La diversidad de peces en México, incluyendo las dulceacuícolas, salobres y marinas, suma aproximadamente 2 600 especies. Las especies de otros animales acuáticos, en particular invertebrados, también son numerosas. Entonces, sin lugar a dudas, la diversidad de copépodos parásitos podría aumentar significativamente si llegaran a ser estudiadas más especies de hospederos de los diferentes ecosistemas acuáticos de México. Lo anterior representa un reto pues el número de especialistas en nuestro país es muy reducido. Se requiere forzosamente entrenar a más estudiantes en el trabajo taxonómico de este grupo de organismos. Además se necesitan dirigir programas de investigación que permitan recolectar la mayor cantidad de copépodos que parasitan a vertebrados e invertebrados acuáticos de México para lograr así un inventario de esta interesante fauna.

Disección de *Scomberomorus sierra* en la Bahía de Chamela, Jalisco, para la búsqueda de copépodos parásitos en las branquias.



Vista parcial de una jaula flotante donde se cultivan pargos (*Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*) en aguas costeras de Punta Pérula, Jalisco.

Fotos: © Sergio E. Rodríguez del Castillo

Copépodos parásitos en un pez (*Bryaninops loky*) asociado al coral.

Foto: © Francesco Ricciardi

Bibliografía

[1] Huys, R., y G.A. Boxshall. 1991. *Copepod Evolution*. The Ray Society, Londres.

[2] Poulin, R., y S. Morand. 2004. *Parasite Biodiversity*. Smithsonian Institution, Washington.

[3] Walter, T.C., y G.A. Boxshall. 2008. *World of Copepods Database*. Disponible en línea en http://www.marinespecies.org/copepoda. Consultado el 20 de enero de 2012.

[4] Ho, J.-S. 2001. "Why Do Symbiotic Copepods Matter?", en *Hydrobiologia* 453/454:1-7.

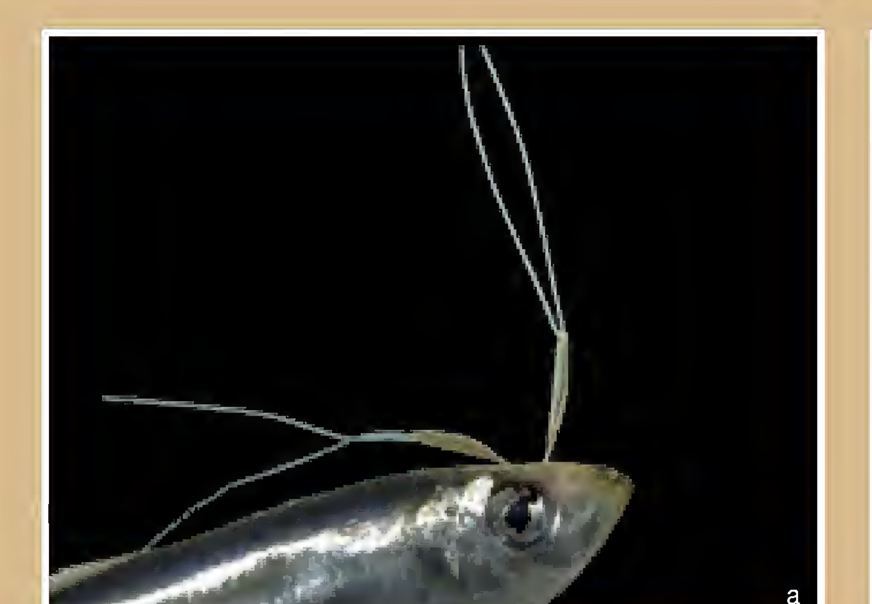
[5] Johnson, S.C., J.W. Treasurer, S. Bravo, K. Nagasawa y Z. Kabata. 2004. "A Review of the Impact of Parasitic Copepods on Marine Aquaculture", en *Zoological Studies* 43:229-243.

[6] Costello, M.J. 2009. "The Global Economic Cost of Sea Lice to the Salmonid Farming Industry", en *Journal of Fish Diseases* 32:115-118.

[7] Morales-Serna, F.N., S. Gómez y G. Pérez-Ponce de León. 2012. "Parasitic Copepods Reported from Mexico", en *Zootaxa* 3234: 43-68.

[8] Gómez, S., G.B. Deets, J.E. Kalman y F.N. Morales-Serna. 2010. "*Lophoura brevicollum* n. sp. (Copepoda: Siphonostomatoida: Sphyriidae), A Parasite of the Smooth Grenadier *Nezumia liolepis* (Gilbert, 1890) (Pisces: Macrouridae) from the Eastern Pacific, and a New Record and New Host of *Lophoura unilobulata* Castro R. and Gonzalez", en *Journal of Crustacean Biology* 30:129-140.

[1] Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; neptali@ola.icmyl.unam.mx; neptalims@hotmail.com





Copépodos parásitos, a) *Lophoura* sp. y b) *Lernaeenicus spratta*e infectando los ojos de su hospedero (*Sprattus sprattus*).

Foto a: © Danny Tang, Juli Kalman, Greg Deets y Rodrigo Johnsson

Foto b: © Hans Hillewaert

JAGUARES DE LOS HUMEDALES
del sureste de México

MIRCEA GABRIEL HIDALGO MIHART, FERNANDO CONTRERAS MORENO
Y LUZ ADRIANA PÉREZ SOLANO[1]

El jaguar (*Panthera onca*) ha sido una de las especies que más ha cautivado a las poblaciones humanas a lo largo del tiempo y de su distribución en América. Reconocido desde tiempos prehispánicos como un símbolo que encarna la belleza, la ferocidad y el poder, ha sido considerado el señor de la selva por diversos grupos étnicos que se mantienen hasta nuestros días. En México, en las cosmovisiones maya y azteca fue un representante del mundo oscuro y de la noche. En la actualidad, sigue siendo un ícono con representaciones en barro, como las provenientes de los artesanos de Amatenango, Chiapas, o las máscaras de Olinalá, Guerrero, hasta llegar a la cultura popular, como el equipo de futbol de primera división los Jaguares de Chiapas. Sin embargo, a pesar de ser un animal tan carismático, de estar íntimamente relacionado con la cultura mexicana y de ser una de las banderas en la conservación de especies en nuestro país, se encuentra en peligro de extinción.

El jaguar, por sus características, ha logrado captar la atención de un sinnúmero de investigaciones científicas enfocadas en conocer su historia natural y principalmente su estado de conservación. Gracias a ellas se ha identificado que las poblaciones de jaguar han mermado de manera considerable y su viabilidad a largo plazo ha sido puesta en duda. Ésta ha sido la situación de las que habitan en el sur de México y la Península de Yucatán, donde hasta 2006 se habían identificado que sólo en seis poblaciones existía la viabilidad para sobrevivir a largo plazo: Chimalapas, Lacandona, Sian Ka'an, el norte de Quintana Roo, Petenes, y Calakmul (esta última la más grande de todas que, junto con los jaguares que viven en el Petén guatemalteco y en las selvas beliceñas, conforman la



Jaguar (*Panthera onca*) fotografiado con cámaras trampa en la desembocadura del Río Palizada, la cual se encuentra localizada al interior del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Hasta el año 2005, no se había confirmado la presencia de jaguares en esta región.

Foto: © Proyecto Jaguar de los Humedales DACBiol-UJAT

población más numerosa al norte del Amazonas[1]). Sin embargo, debido a la ausencia de datos o publicaciones se desconocía cuál era el estatus de las poblaciones (si existían o ya habían desaparecido) en el estado de Tabasco y el oeste de Campeche, particularmente en la región de los humedales.

Ante esta situación, en 2005 con el apoyo de la Universidad Juárez Autónoma Tabasco (ujat), la organización no gubernamental Wildlife Conservation Society y un sinnúmero de estudiantes de la División Académica de Ciencias Biológicas de la ujat, se realizó la búsqueda de jaguares en esa área. Inicialmente, se buscaron registros de animales cazados en la región, y por medio del trabajo con cazadores y pobladores, se logró establecer que en los últimos 10 años al menos 56 jaguares habían sido cazados allí. La mayoría provenía de los alrededores de la Laguna de Términos, en Campeche y en un número considerablemente menor de la región de pantanos de Centla, Tabasco. Ante la elevada cifra de registros encontrados en Laguna de Términos y Pantanos de Centla, y con base en un análisis geográfico sobre la potencialidad del hábitat de esa zona para sostener poblaciones de jaguares,[2] a partir del 2007 se aceptó en el ámbito internacional a esta región como un área prioritaria para la conservación de jaguar en el sureste de México y fue aceptada como una Unidad de Conservación de Jaguar.[3]

¿Jaguares viviendo en humedales?

Después del reconocimiento cómo área prioritaria, hemos centrado nuestros esfuerzos de investigación en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (apfflt), y sus alrededores, en los cuales hemos identificado tres regiones prioritarias para la conservación del jaguar: Palizada, Sabancuy y Chenkan (Fig. 1). El apfflt y las otras tres áreas identificadas (en adelante nombradas como la "región de Laguna de Términos"), se encuentran compuestas principalmente de humedales costeros que abarcan manglares, pantanos, marismas y otros sistemas sujetos a inundación estacional, tales como selvas inundables, acahuales y amplias regiones con uso agrícola y ganadero,[4, 5] y que en conjunto con la Reserva de la Biosfera de Pantanos de Centla, constituyen el humedal más grande de Mesoamérica con alrededor de diez mil kilómetros cuadrados.



Jaguares cazados en Candelaria, Campeche, pertenecientes a la colección de un montero de Tenosique, Tabasco. En su posesión contaba con nueve pieles de jaguar obtenidas en esta región.

Foto: © Mircea Hidalgo Mihart

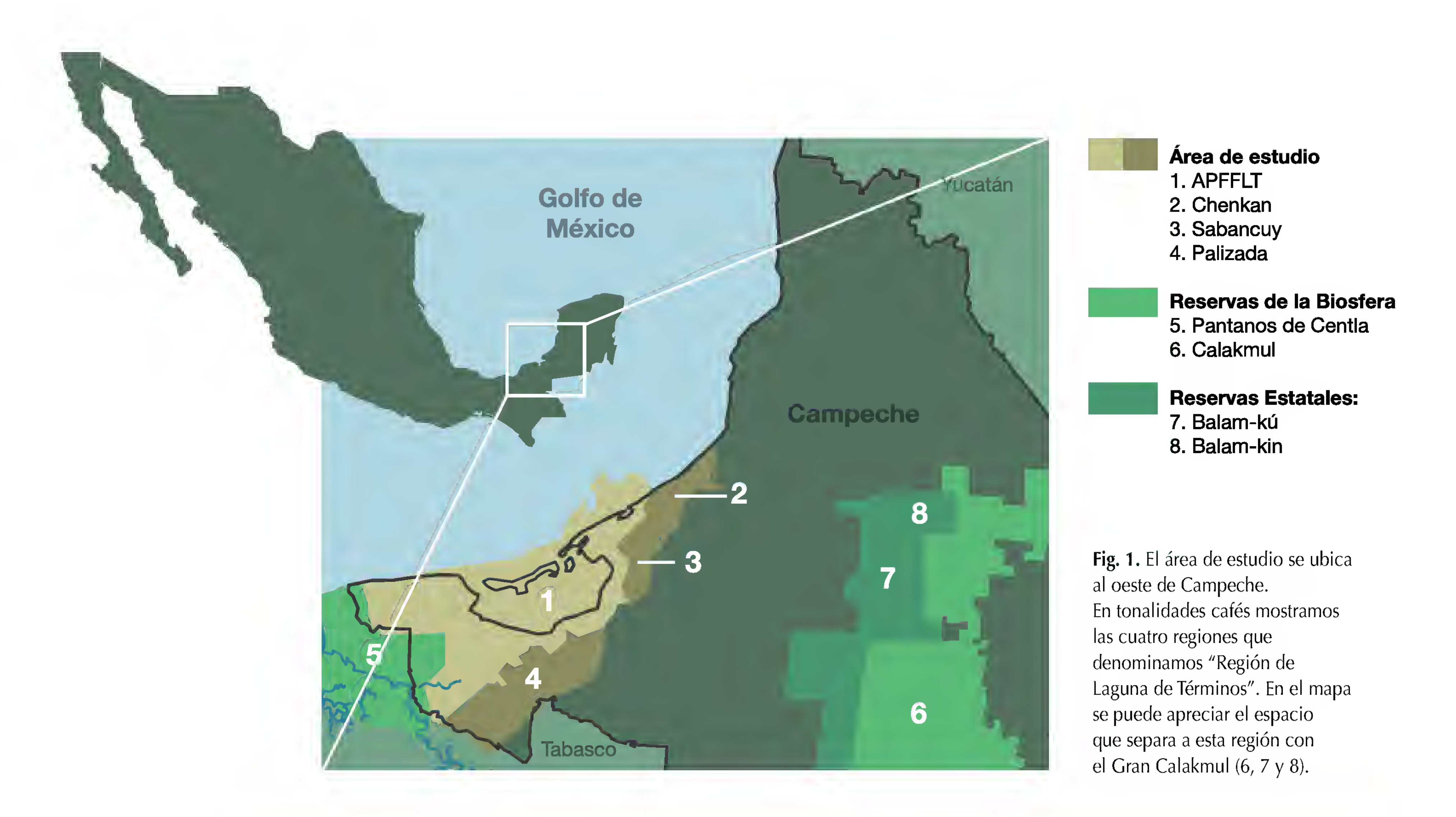


Fig. 1. El área de estudio se ubica al oeste de Campeche. En tonalidades cafés mostramos las cuatro regiones que denominamos "Región de Laguna de Términos". En el mapa se puede apreciar el espacio que separa a esta región con el Gran Calakmul (6, 7 y 8).

El apfflt fue decretado en 1994 con el objetivo principal de proteger la Laguna de Términos y sus recursos pesqueros.[4] Cuando comenzamos a trabajar en esta región, nos encontramos con un panorama de conservación enfocado principalmente en especies acuáticas, tal como los delfines (*Tursiops truncatus*), las tortugas marinas (principalmente la tortuga de carey, *Eretmochelys imbricata*), la amplia diversidad de aves costeras y un sinnúmero de especies de peces. Incluso en la actualidad, al hablar sobre los jaguares que habitan en la región de Laguna de Términos, muchas personas se sorprenden de que allí pueda haber poblaciones de esta especie. Es muy posible que este desconocimiento se deba a que los estudios críticos de la región se han centrado en ecosistemas lagunares y pesquerías.

El apfflt cubre un área de aproximadamente 7 mil km², de los cuales casi 50% corresponde a áreas terrestres que, si bien son tierras inundables estacionalmente, junto con las áreas conservadas que aún persisten fuera de esta anp permiten la presencia de un gran número de especies terrestres, entre las que se encuentran los jaguares, que se han adaptado a la particular condición de inundación estacional. A lo largo de los siete años que hemos trabajado en el área (de 2005 a 2012), hemos podido comprobar la presencia de poblaciones importantes de especies presas para el jaguar, como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el pecarí de collar (*Pecarí tajacu*), además de especies prioritarias como el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), previamente considerada extinta en el área y cuyos reportes más cercanos se localizaban a más de 200 km en la región de Calakmul.[6] Asimismo, en la región de Chenkan, parte del área de influencia del apfflt, fue recientemente registrado el atropellamiento de un tapir.

¿Qué conocemos acerca del jaguar de los humedales del sureste de México?

A partir de 2009, con el apoyo de la Dirección del apfflt, se ha intentado determinar mediante el fototrampeo el estatus de las poblaciones de jaguar en dos pequeñas áreas que abarcan entre 30 y 50 km², cubiertas por hábitats en relativamente buen estado de conservación, dentro de las regiones de Sabancuy y Palizada. Los resultados han mostrado que en la región de Sabancuy existen al menos tres individuos y cinco en Palizada (incluidas hembras, indicador de que la población tiene posibilidades reproductivas). Además se ha establecido que habita una base de presas adecuada para la persistencia de jaguares, compuesta principalmente por venados y pecaríes. Sin embargo, para la región de Sabancuy, descubrimos que existe una elevada presión de cacería, además de reglas poco claras para el acceso a los recursos por parte de los ejidos circunvecinos. En el caso de la región de Palizada, las perspectivas de conservación del jaguar son mejores, pues hay



La Región de Laguna de Términos se caracteriza por una diversidad de hábitats que se inundan temporalmente y en los cuales el jaguar habita. Las aguadas son cuerpos de agua temporales en su mayoría.

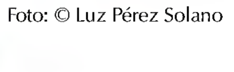
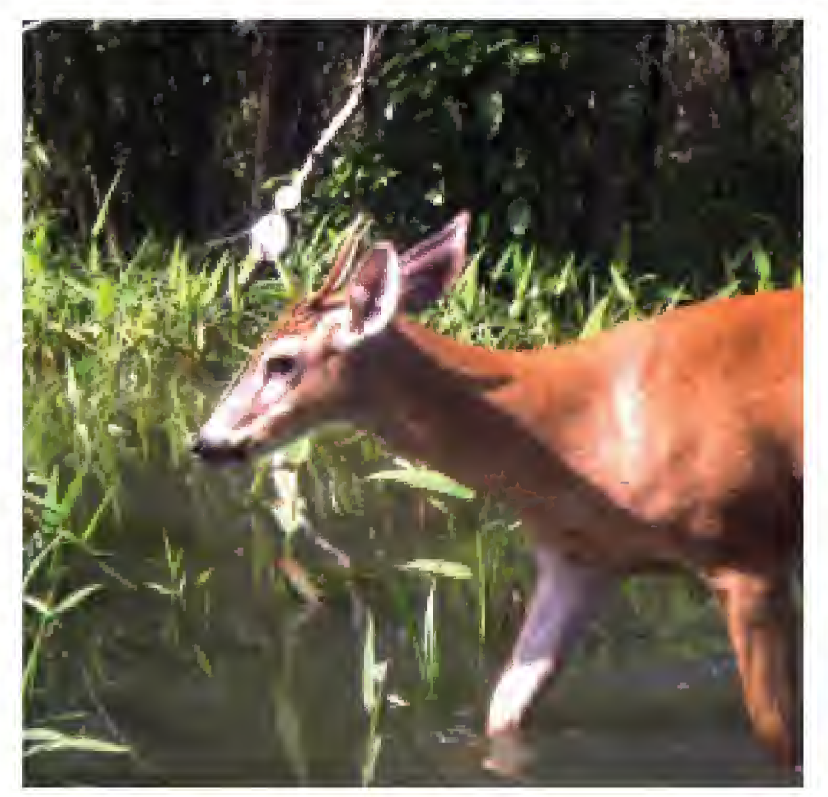


Foto: © Luz Pérez Solano





Las presas de las cuales se alimenta el jaguar que habita en los humedales son principalmente: venados, pecarí de collar y pecarí de labios blancos. Las imágenes fueron obtenidas mediante el fototrampeo que se ha llevado en la región.

Fotos: © Proyecto Jaguar de los Humedales DACBiol-UJAT

poca cacería furtiva, limitada principalmente porque la tenencia de la tierra está compuesta en su mayoría por áreas privadas.

A partir de 2008 también hemos buscado identificar corredores para jaguares que conecten Calakmul y la Laguna de Términos. Los resultados indican que las únicas regiones por las cuales transita la especie se encuentran en un delgado corredor localizado al norte del municipio de Candelaria, y un corredor un poco más amplio que pasa al norte de la ciudad de Escárcega y al sur de la ciudad de Champotón. Sin embargo, a pesar de que en estas áreas existen zonas con hábitat potencial y que poseen presas suficientes para el jaguar, estos corredores se enclavan en una amplia franja de cultivos y potreros ganaderos de aproximadamente 50 km de ancho, por lo que el tránsito de jaguares es poco factible, pero no imposible. Hemos buscado rastros de jaguar en otros corredores y hasta la fecha únicamente los hemos localizado en la zona de Chenkan. Los pobladores de esta región indican que su avistamiento es muy raro. Esto podría ser una señal de que la población de jaguares de Laguna de Términos y Pantanos de Centla probablemente se encuentra aislada de otras poblaciones de jaguares o que el tránsito entre poblaciones es lento y difícil.

En forma complementaria a los estudios realizados en la región y con el fin de reducir la cacería de jaguares en represalia por la depredación de ganado, hemos organizado talleres de capacitación a pobladores y productores en diversas comunidades, que buscan dar a conocer a la población cuáles son las causas que propician el conflicto; así como algunas técnicas de producción pecuaria que pueden usarse para reducir los ataques por depredadores en general.

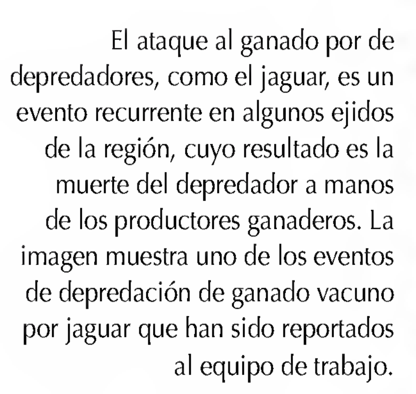
De igual forma hemos promocionado el "seguro de ataque por depredadores" (Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas, cng), que compensa económicamente a los productores por sus pérdidas. Resultado de esta promoción, a la fecha al menos tres productores se han contactado con nuestro equipo de trabajo para reportar ataques y obtener asesoramiento para levantar la denuncia.

Problemáticas de conservación del jaguar de los humedales de la región de Laguna de Términos

En Laguna de Términos, las cinco principales causas que podrían afectar la supervivencia de los jaguares a largo plazo son: 1. la pérdida de hábitat por la transformación de las áreas circundantes en áreas ganaderas y agrícolas; 2. el aislamiento extremo de la población de jaguares, ya que casi todos los alrededores de la región, tanto en Tabasco como en Campeche, han sido transformados a campos agrícolas y ganaderos, y recientemente la parte más angosta de un corredor en la región de Chenkan está siendo amenazada por complejos turísticos de gran escala, de tal forma que el paso natural de jaguares es cada vez más difícil; 3. la sobreexplotación de las presas de jaguar en algunas áreas, producto principalmente de la cacería de subsistencia; 4. la cacería de jaguares en represalia por la depredación de ganado bovino y ovino, y 5. el cambio climático global, pues en la región hay amplias extensiones de tierras localizadas a nivel del mar y en algunas ocasiones hasta dos metros bajo el nivel de éste. Se ha pronosticado que estas áreas sufran cambios importantes o se pierdan por el incremento del nivel medio del mar debido al calentamiento de la atmósfera terrestre.

El futuro de la población de jaguares de la región Laguna de Términos es incierto. Los esfuerzos de investigación y conservación, si bien se han enfocado en áreas de bosques tropicales del sur-sureste del país y la Península de Yucatán, han dejado de lado a los humedales como hábitats importantes para esta especie.[7, 8] El reconocimiento de la población en los ámbitos nacional e internacional y la identificación de los principales problemas y oportunidades para su conservación son un paso importante. Sin embargo, la población se encuentra bajo presiones que podrían afectar su viabilidad a largo plazo. Es urgente revertir los procesos que la ponen en peligro, particularmente la pérdida de hábitat, la cacería de jaguares en represalia por actos de depredación de ganado, así como la cacería furtiva de sus presas. El trabajo en conjunto de instituciones académicas, la dirección de las anp, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (sagarpa), la cng, los propietarios privados, las comunidades y su organización interna es una esperanza para revertir estos procesos. Es urgente además resolver el proceso de aislamiento de la población de jaguares de Laguna de Términos. Son necesarios los procesos que favorezcan la protección de las áreas que componen este corredor, empezando con la región de Chenkan, que es el eslabón más delgado y amenazado del corredor. Para ello el trabajo conjunto de la academia, la dirección de las anp de la región y organizaciones gubernamentales –como la Comisión Nacional Forestal– e internacionales que brindan apoyo para procesos como bonos de carbono, es indispensable para la protección de este corredor y así se evite el aislamiento de los jaguares que viven en los humedales de Laguna de Términos.





El ataque al ganado por de depredadores, como el jaguar, es un evento recurrente en algunos ejidos de la región, cuyo resultado es la muerte del depredador a manos de los productores ganaderos. La imagen muestra uno de los eventos de depredación de ganado vacuno por jaguar que han sido reportados al equipo de trabajo.

Foto: © Proyecto Jaguar de los Humedales DACBiol-UJAT

Agradecimientos

Los autores agradecen al Área de protección de Flora y Fauna Silvestre Laguna de Términos-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a Wildlife Conservation Society, la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la UMA Nikte Ha, por el apoyo financiero y logístico que han prestado durante el desarrollo de este proyecto.

Bibliografía

[1] Sanderson, E.W., K.H. Redford, C.B. Chetkiewicz, R.A. Medellin, A.R. Rabinowitz, J.G. Robinson y A.B. Taber. 2002. "Planning to Save a Species: The Jaguar as a Model", en *Conservation Biology* 16:58-71.

[2] Valera-Aguilar, D. 2008. *Modelado del área de distribución histórica del jaguar (Panthera onca) en el estado de Tabasco, norte de Chiapas y oeste de Campeche*. Tesis de licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

[3] Rabinowitz, A., y K. A. Zeller. 2010. "A Range-Wide Model of Landscape Connectivity and Conservation for the Jaguar, *Panthera onca*", en Biological *Conservation* 143:939-945.

[4] Instituto Nacional de Ecología. 1997. *Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos*. México, semarnap.

[5] Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Edición digital. México, conabio.

[6] Hidalgo-Mihart, M.G., y F. M. Contreras-Moreno. En prensa. "Registro de pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) en la región de la Laguna de Términos, Campeche", en *Revista Mexicana de Biodiversidad*.

[7] Ceballos, G., C. Chávez, S. Blanco, R. Jiménez, M. López, O. Moctezuma, V. Támez y M. Valdez. 2006. "Áreas prioritarias para la Conservación", en Chávez y G. Ceballos (eds.). *Memorias del primer simposio El jaguar mexicano en el siglo xxi: situación actual y manejo*. México. conabio-Alianza wwf Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México..

[8] Rodríguez-Soto, C., O. Monroy-Vilchis, L. Maiorano, L. Boitani, J. C. Faller, M. A. Briones, R. Núñez, O. Rosas-Rosas, G. Ceballos y A. Falcucci. 2011. "Predicting Potential Distribution of the Jaguar (*Panthera onca*) in Mexico: Identification of Priority Areas for Conservation", en *Diversity and Distributions* 17: 350-361.

[1] División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco;
mhidalgo@yahoo.com

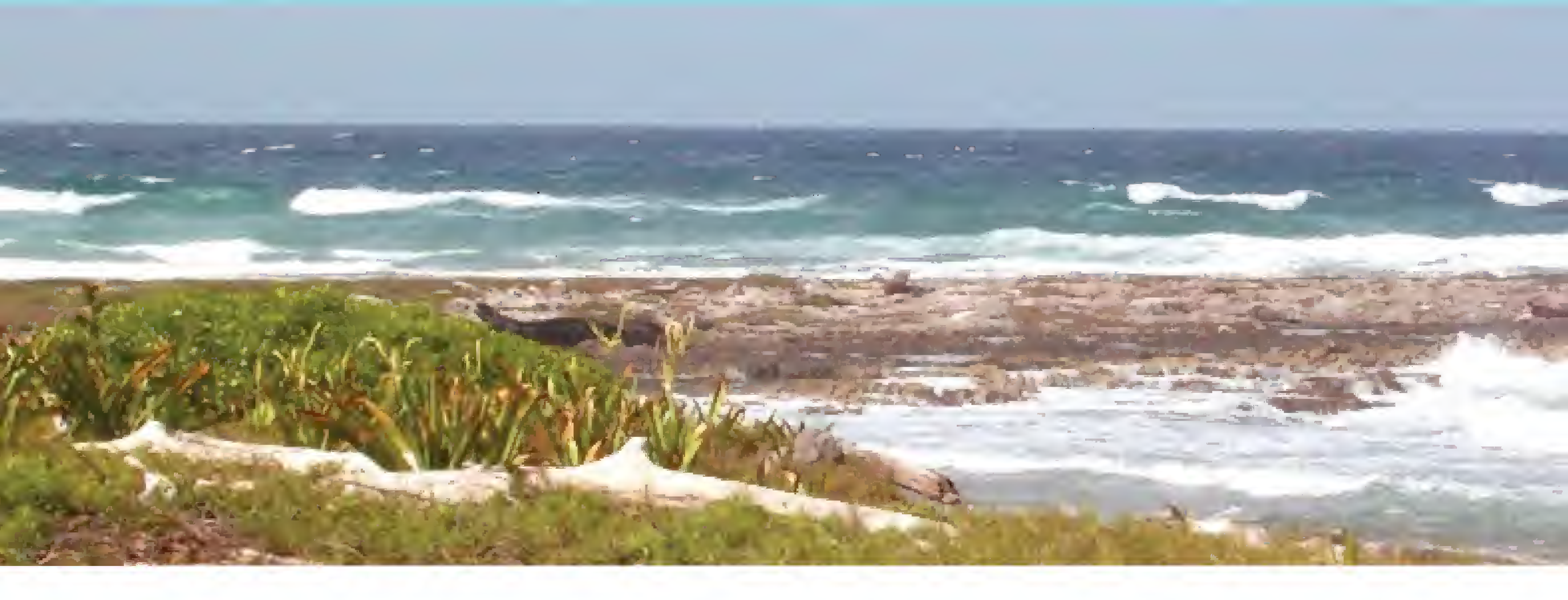


Jaguar en la región de Palizada en un rancho privado. En el lugar se han colocado las cámaras en aproximadamente 30 km², y a la fecha se ha podido identificar la presencia de al menos cinco individuos. El área cubierta por vegetación natural en la región es mayor a 150 000 ha.

Foto: © Proyecto Jaguar de los Humedales DACBiol-UJAT

POZAS DE MAREA:
un hábitat extremo en un ambiente extremo

DANIEL TORRUCO,[1] ALICIA GONZÁLEZ,[1], LAURA RUIZ,[1] DANIEL TONATIUH REYES[1] Y ÁNGEL D. TORRUCO[2]



Punta Herradura, una costa rocosa con pozas de marea.
Foto: © Alicia González Solis

La diversidad marina a pesar de ser relativamente poco conocida es extraordinaria, las especies y hábitats marinos representan un componente esencial de la biodiversidad del país. México se encuentra rodeado por cuatro mares principales: Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y el Mar Caribe, que le otorgan elevados niveles de riqueza de especies, diversidad y endemismo.[1] La zona costera, que abarca la fase interactiva entre el océano y la tierra, tiene una importancia ecológica y en ella se desarrolla la mayor dinámica:[2] alberga gran variedad de ecosistemas y hábitats como playas arenosas, playas rocosas, manglares, marismas, lagunas costeras, ríos, pantanos, dunas costeras, arrecifes de coral y praderas de pastos marinos, entre otros.[3]

La franja que marca la transición entre la tierra y el océano es uno de los hábitats más complejos, diversos y con mayor potencial para la vida; a veces mide unos pocos metros de ancho y en otras ocasiones, varias decenas. En esta dimensión, los componentes biológicos son tan dinámicos como los físicos, y la riqueza biológica refleja la variabilidad del ambien-



Moluscos de la especie *Nerita versicolor* y *Nodilitorina tuberculata* adaptados a factores físicos ambientales extremos.
Foto: © Ángel Daniel Torruco González

Las pozas de marea son microhábitats costeros donde se escenifican dramas por la supervivencia. Sólo están disponibles para quienes ven más allá del paisaje y bajan sus ojos al suelo.



te. Los organismos que habitan esta zona intermareal deben de ser capaces de adaptarse,[4] tolerar o evitar algunos factores ambientales físicos extremos y temporalmente inestables, como la acción del oleaje que da como resultado la erosión del substrato, la desecación, las temperaturas extremas y la exposición a aguas con cambios bruscos de salinidad y oxígeno.

Los hábitats extremos en la tierra son escasos y pocos conocidos, muchos de ellos son de difícil acceso. Sin embargo, las pozas de marea en las costas rocosas son de los más comunes, aunque pocas veces se reconoce la complejidad de su dinámica ambiental. La diversidad biológica en estas áreas está limitada a unas cuantas especies que, dada su evolución, han sido capaces de sobrevivir en estos ambientes. La finalidad de este texto es dar a conocer los organismos tolerantes a estos ambientes y sus fluctuaciones; describir las diferencias espaciales de sus hábitats y explicar tanto la permanencia como la abundancia de las especies.

Las pozas de marea

Un aspecto característico de muchas playas rocosas es la presencia de pozas de marea que son el resultado de la erosión por el continuo golpeteo de las olas, sobre todo en zonas de naturaleza cársica, como la Península de Yucatán. Las comunidades que habitan allí y los factores que influyen en su estructura son menos conocidos que las comunidades de las superficies rocosas que las rodean; los organismos que habitan las pozas están afectados continuamente por los cambios microclimáticos producidos por la variación del nivel de marea, lo que ocasiona una gran tensión.[5] Además, estas pozas son un reservorio de alimento de acceso fácil y rápido, que ofrece una provisión importante a moluscos, crustáceos e incluso peces pequeños.

Variabilidad ambiental en las pozas de marea

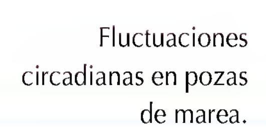
Su presencia cercana a las orillas, en la zona intermareal, donde se junta el agua proveniente del movimiento de las olas, las mareas altas y las lluvias, mantiene esta zona cubierta de agua, pero cuando la marea baja, queda expuesta al viento y al sol. En consecuencia, en unas cuantas horas las condiciones vitales del hábitat se alteran, en mayor o menor grado, en una intermitente exposición solar y eólica. De tal manera que las pozas cercanas a la orilla del mar experimentan un intercambio continuo de agua y las más alejadas conservan su volumen de agua inicial, lo que origina grandes fluctuaciones en la temperatura, el contenido de oxígeno y la salinidad. Este conjunto de parámetros ambientales caracteriza la columna de agua a lo largo del día[6].

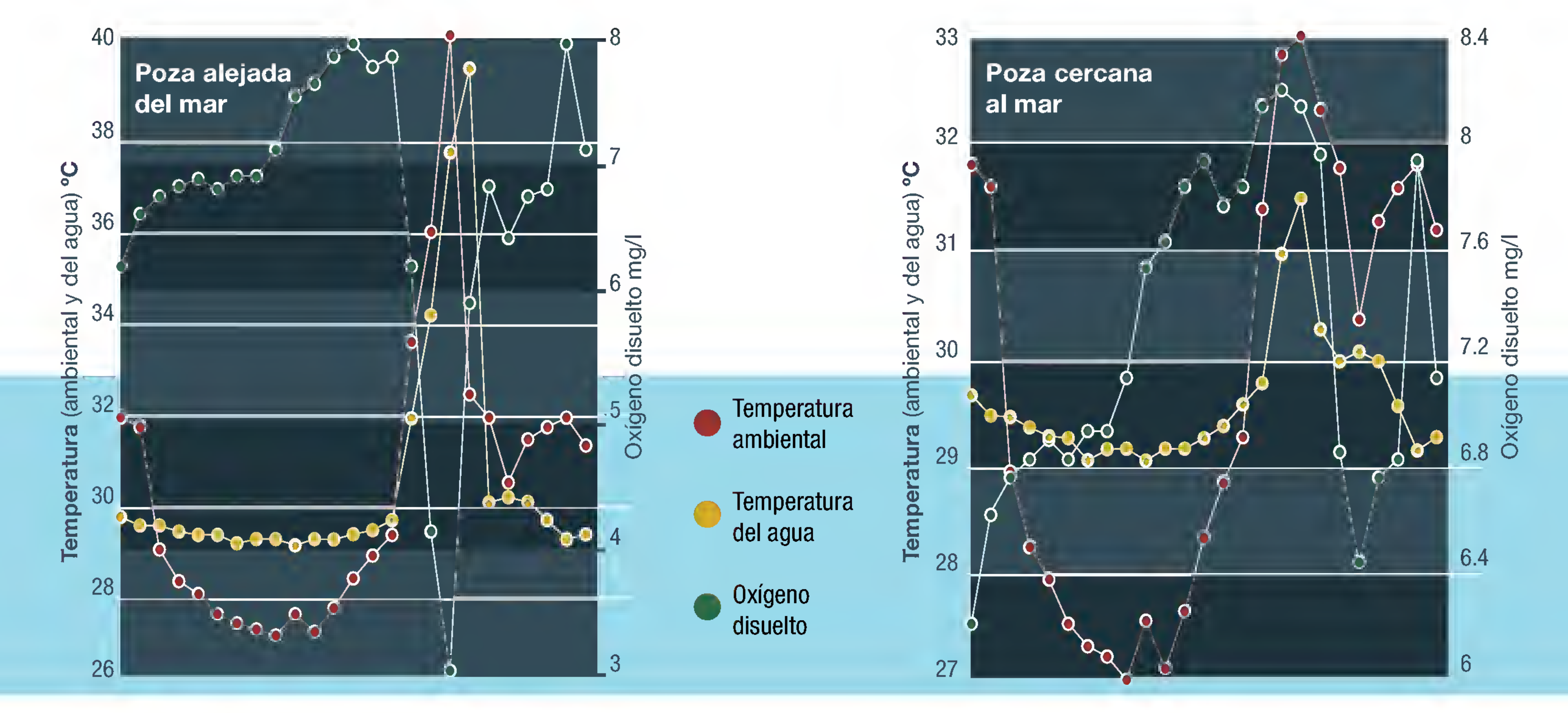
Tal variabilidad origina una amplia diferencia entre las pozas de marea, aun en una misma localidad y con la lejanía de unos escasos metros. En las más alejadas, en un día de alta insolación, se re-

Pradera de *Padina* sp. una macroalga en la poza de marea.
Foto: © Laura Ruiz

gistra una evaporación muy alta y en consecuencia una gran acumulación de sales, con niveles bajos de oxígeno, provocando el ambiente más deshidratante que existe en la playa.[7] En este hábitat extremo se presenta de manera regular un caracol marino (molusco gasterópodo: *Tectarius muricatus*), que se refugia en grietas o bordes húmedos y aprovecha la humedad de las pozas para disminuir la temperatura unos cuantos grados durante el día;[8] otro habitante habitual son los percebes (moluscos cirripedios), cuyas conchas de calcita les permite sobrevivir en este hábitat. La zona de transición tierra-agua pertenece también a este nivel superior, pues es un área donde apenas llega el rocío de las olas y la humedad es baja, aunque es suficiente para tener inclusiones de vegetación pionera. Es la zona menos influida por la estabilidad termal pues alcanza niveles altos de temperatura mayores a 35°C en un par de horas, el oxígeno en esta zona es casi nulo, llegando en ocasiones a la anoxia, y casi no hay organismos. Sin embargo, es frecuente encontrar algunos cuyo hábitat pertenece a la franja de vegetación, como los cangrejos.

En la zona media son raros los cambios bruscos de temperatura, se mantiene un promedio de 28 a 30°C, con niveles bajos de oxígeno y con salinidades altas. Si el oleaje es moderado, se forman áreas de baja energía y los organismos son más frecuentes. Si el oleaje es fuerte su dinámica cambia a zonas con alta energía donde abundan principalmente los quitones (moluscos poliplacóforos), con adaptaciones para resistir la fuerza física del oleaje.





Fluctuaciones circadianas en pozas de marea.

La zona cercana a la orilla está permanentemente sumergida y es la más cercana al embate del oleaje. En estas pozas suelen observarse magníficos microhábitats, donde es común encontrar toda una gama de organismos como algas, anémonas, moluscos gasterópodos y bivalvos, hidroides, nudibranquios, erizos, crustáceos, esponjas y peces; la salinidad es más estable entre poli y mixoeuhalina (de 18 a 30%); en cuanto al oxígeno disuelto siempre está en intervalos óptimos (>5 mg/l) para los organismos[9]. La temperatura es más estable, ya que el continuo flujo de agua la hace estar casi a la misma temperatura del mar en un rango benigno, ideal para el establecimiento de estos organismos. Generalmente el tamaño de los organismos es mayor debido a que reciben más alimento y a que los depredadores no pueden acceder a estos espacios por la poca profundidad de sus aguas –un factor que beneficia el crecimiento de las algas– y la alta luz incidente ayuda a los procesos fotosintéticos.

Amenazas del desarrollo costero

No obstante, las pozas de marea son refugios extremos temporales donde sólo un grupo selecto de organismos está especializado para resistir sus cambios; son áreas donde se exhibe más la tridimensionalidad del mar y donde destaca el fuerte dinamismo entre las mareas, las corrientes y el oleaje.[10] Aun con este dinamismo, es un ecosistema equilibrado y diverso que puede ser disfrutado y observado por los seres humanos. La proximidad a las zonas urbanas y el fácil acceso es cada vez más frecuente; aunque no tan bueno para la biota de las pozas de marea como para el ser humano, que se está convirtiendo en su principal amenaza bajo los argumentos del desarrollo costero y el beneficio social.

Las pozas de marea: un modelo ecológico para preservar

Las pozas de marea son un microuniverso de colores y formas interesantes que, con la retirada de la marea, vuelve a la aparente calma; un hábitat tranquilo donde conviven seres de diferentes especies perfectamente integrados a su entorno, hasta que las olas traídas por la marea vuelven a oxigenar y avituallar las pozas, renovando periódicamente la vida submarina. Cada una de ellas conforma un hábitat en el cual se desarrolla una fauna caracterizada por su maravillosa capacidad de adaptación, que muchas veces sorprende incluso a los biólogos marinos y naturalistas, que valoran este hábitat como un modelo de procesos ecológicos que ocurren a escalas mucho más grandes. Para aquellos que estudian los cambios que ocurren en las formas de organismos como en sus hábitats a través del espacio, muchas veces tienen que recorrer muchos kilómetros para disfrutar de esa amplia gama de hábitats y formas. En la franja intermareal de la costa rocosa, desde la vegetación pionera hasta las praderas de pastos marinos (*Thalassia*), se muestra una zonación espectacular en sólo unos pocos pasos.

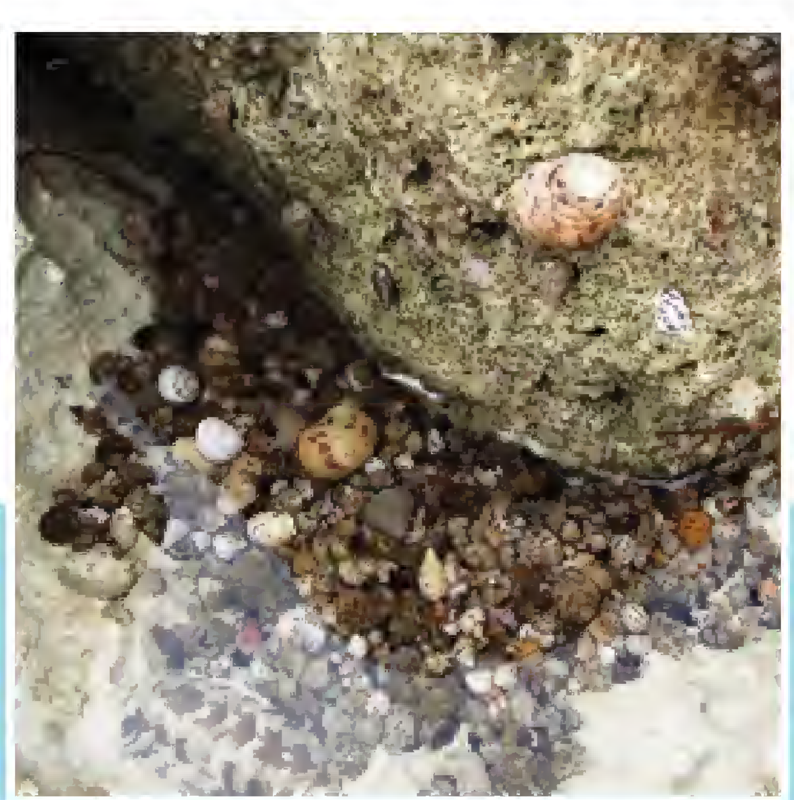
Cuando en hábitats específicos, como un bosque maduro, se destruye una parte por fuego o por otra catástrofe natural, el crecimiento comienza de nuevo y pueden pasar siglos para llegar a su estado original; en cambio, cuando un evento natural destruye un pedazo de vida intermareal hasta la roca viva, el retorno a su estado original en un ciclo dura apenas unos pocos años, se puede ver el retorno de esa vida de madurez prácticamente ante nuestros ojos.

Estos hábitats extremos merecen que les dediquemos un tiempo para ser testigos de este ciclo de vida;



Poza de marea alejada de la orilla.

Foto: © Daniel Tonatiuh Reyes



Cangrejos ermitaños en conchas vacías de moluscos y moluscos de las pozas de marea.

Foto: © Daniel Torruco

un universo que se puede pensar pequeño e inactivo, pero que en realidad esconde vida y belleza. Vale la pena cuidarlo y mantenerlo para que quede como un legado para futuras generaciones de observadores.

Bibliografía

[1] Aguilar, V., M. Kolb, D. Hernández, T. Urquiza y P. Koleff. 2008. "Prioridades de conservación de la biodiversidad marina en México", en *Biodiversitas* 79:1-15

[2] Márquez, A.Z. 2007. *Dinámica sedimentaria en relación a procesos erosivos y deposicionales*. Tesis de maestría. México, Universidad Nacional Autónoma de México.

[3] Benavente González, J. 2000. *Morfodinámica litoral de la Bahía externa de Cádiz*. Tesis licenciatura en Ciencias del Mar. Cádiz, Universidad de Cádiz.

[4] Argüelles, A. 2004. *Uso de conchas por cangrejos ermitaños en respuesta a la acción del oleaje en una costa rocosa*. Tesis de licenciatura. México, Universidad Nacional Autónoma de México.

[5] Goddard, M. 2006. "Copépodos de pozas intermareales de isla San Félix y del archipiélago de Juan Fernández", en *Ciencia y Tecnología del Mar* 29 (1):115-122.

[6] Saavedra-Sotelo, N.C. 2002. *Valoración de las pozas de marea como microhábitat de la infauna bé*ntica en el *Alto Golfo de California, México*. Tesis de licenciatura. Cuernavaca, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas.

[7] Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez y A. Valdés-González. 2007. "Variación en la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerreo, México", en *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:33-40

[8] González,A., E.A. Chávez, G. de Cruz y D. Torruco. 1991. "Patterns of Distribution of Gastropods and Bivalve in the Yucatan Peninsula, Mexico", en *Ciencias Marinas* 17(3):147-172.

[9] Torruco, D., A González y J.F. Bencomo. 2006. "Disturbances Caused by the Hurricane Isidoro on the Malacofauna in Three Rocky Costs of the Mexican Caribbean", en *Journal of Latin American Ecology* 10(1):11-18

[10] Torruco, D., y A. González. 2004. "Intertidal Communities of the Rocky Coast of Sian Ka'an Biosphere Reservation", en *Gulf and Caribbean Fisheries Institute. 55st Annual Meeting*. Xel-Ha, pp. 641-653.

[1] Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida.

[2] Universidad Anáhuac Mayab
dantor6660@gmail.com



Poza de marea del litoral de Quintana Roo.

Foto: © Laura Ruiz

Vínculos de vida





Vínculos de vida es la exposición fotográfica que próximamente dará color, luz y conocimiento al Túnel de la Ciencia en la estación La Raza del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

Las 62 imágenes de gran formato de esta nueva colección muestran ejemplos de los bienes y servicios ambientales que la biodiversidad nos brinda.

El colorido y contenido de la exposición nos provocará expresiones, sentimientos, ideas y reflexiones acerca del valor que representa la naturaleza para nuestra vida.

Vínculos de vida,
una exposición para apreciar y disfrutar
...pero también para reflexionar.

Muy pronto en el Túnel de la Ciencia de la estación del metro La Raza.

Consulta fechas de eventos y exposiciones en www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/eventos.html









www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/vecinosVerdes.html

Jacaranda, Palisandro

Jacaranda mimosifolia



Conoce e identifica los árboles de tus parques, camellones y banquetas.

Busca por nombre común, nombre científico o identifica los árboles por el tipo de hojas o color de sus flores. Conoce de donde provienen y descarga las guías y listas. Envía fotos que desees identificar.

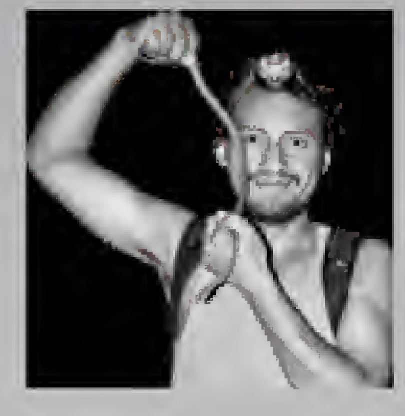




El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza, da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de junio de 2012 y a su autor.



¡Tú también puedes participar! Visita
www.mosaiconatura.net



Nombre: Elí García Padilla
Área de estudio: Biólogo y fotógrafo del patrimonio natural y cultural de México

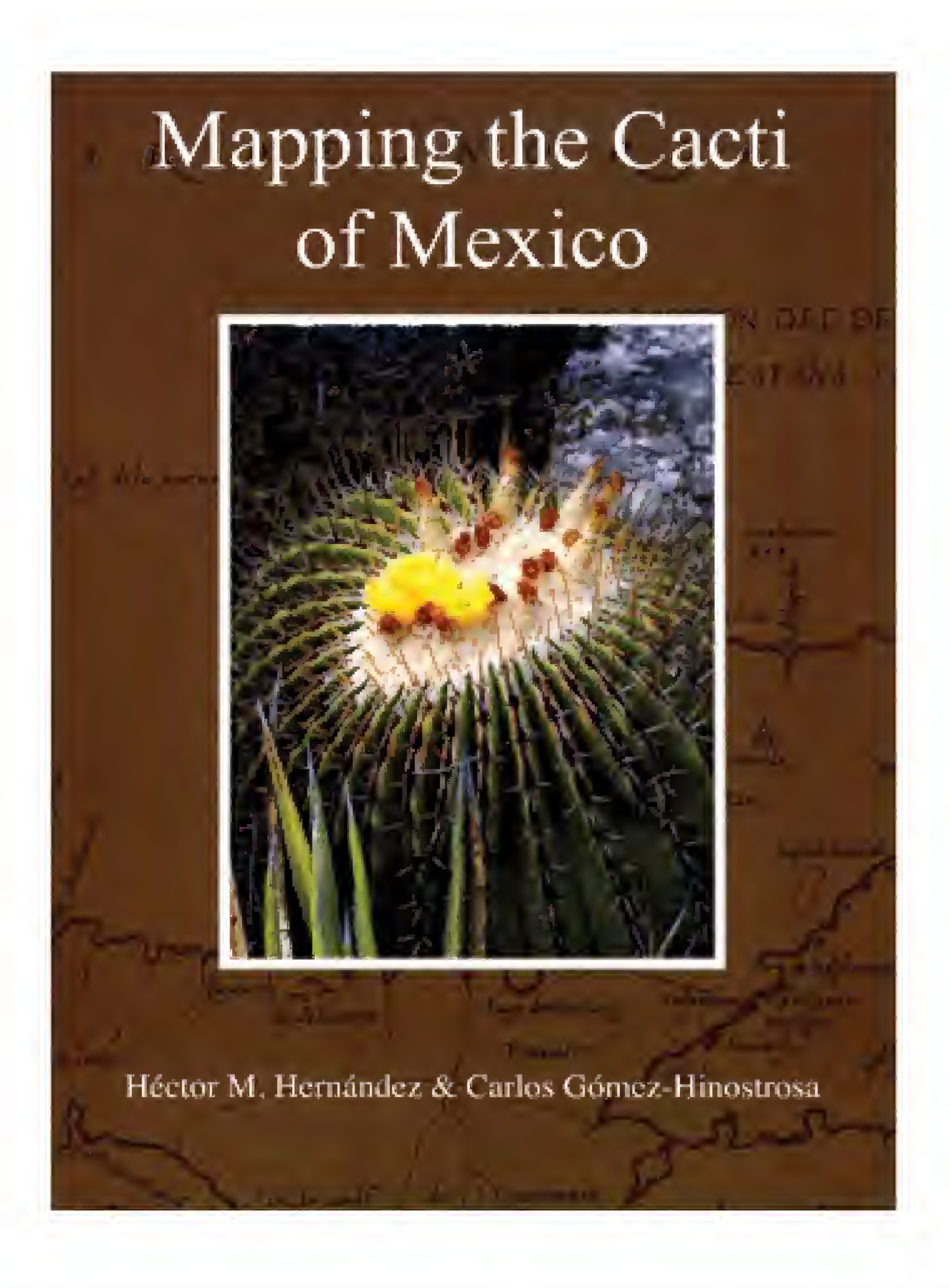
Trayectoria profesional: Es originario del estado de Tamaulipas. Tiene especial interés en el estudio de los reptiles venenosos de México, tema que también se refleja de manera significativa en su acervo fotográfico. Desde 2011 ha colaborado con el Banco de imágenes de la conabio y con la iniciativa Mosaico Natura. Sus fotografías han sido apreciadas tanto en exposiciones colectivas como en revistas científicas y de divulgación, así como en sitios y blogs en internet. Elí también ha participado como realizador y conductor en documentales, secciones y cápsulas de televisión y en internet, como las producciones: *Bioexpediciones México*, *La Biología TV*, *Bioglobal series México*, *Mundo Sustentable* y *Meridiano X*.

"Mi meta es lograr altos estándares en la producción de imágenes fijas y en movimiento que ayuden a promover y difundir el conocimiento, la valoración y la conservación de nuestro patrimonio natural y cultural."

Contacto: eligarcia_18@hotmail.com

Mapping the Cacti of Mexico

Con alrededor de 50 géneros y 560 especies, México alberga la colección más rica de cactus en todo el mundo. La mayor concentración de ejemplares de esta familia se presenta en las regiones áridas y semiáridas del país, en particular en el Desierto Chihuahuense, el Desierto de Sonora y el valle de Tehuacán. A pesar de los grandes avances en la taxonomía de los géneros y las especies de la familia de las cactáceas, el actual conocimiento de su distribución es deficiente e impreciso. Para la mayoría de las especies aún se carece de estas herramientas construidas a base de fuentes primarias, actualizadas y georreferenciadas. En este trabajo, los investigadores Héctor Hernández y Carlos Gómez-Hinostrosa, del Instituto de Biología de la unam, presentan mapas detallados de la distribución de 33 géneros y 114 especies en México, elaborados con información documentada, derivada de ejemplares de herbario. Estas herramientas son esenciales para entender los patrones espaciales de diversidad y endemismo, así como los fenómenos biogeográficos y evolutivos. Durante más de dos décadas, estos estudiosos han dirigido proyectos de investigación que buscan profundizar en el conocimiento de las cactáceas en México, con especial énfasis en la generación de datos para su conservación. *Mapping the Cacti of Mexico* es una coedición de la conabio y la editorial inglesa DH Books.



FE DE ERRATAS NÚMERO 103

PÁGINA	DICE	DEBE DECIR
6	Silvia del Amo Rodríguez Hernán	Silvia del Amo Rodríguez
7	Zapote cabello, *Licania platypus*	Guayaba (*Psidium guajava*)
9	Zapote chico, *Manilkara zapota*	Nada
	Foto: © Ivonne Rodríguez	

La misión de la conabio es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de conabio a través de Twitter y Facebook





Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la conabio.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

editor responsable: Fulvio Eccardi Ambrosi
diseño: Renato Flores
cuidado de la edición: Adriana Cataño y Leticia Mendoza
producción: Gaia Editores, S.A. de C.V.
impresión: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos